Lane Medical Library

Ueber die Einwirkung des Leuchtgases auf die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 21. März 1890

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Photios M. Kladakis

aus Symi (Süd-Sporaden).

OPPONENTEN:

Hr. Dr. med. René du Bois-Reymond.
- Dr. med. Robert Dreyfuss.
- Dd. med. Paul Schenk.

BERLIN.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke).

Linienstrasse 158.

Dem Andenken

meiner theueren Eltern.

Die Frage nach dem Verhalten der verschiedenen chemischen Gasarten den Mikroorganismen gegenüber ist bis jetzt nur in verhältnissmässig geringem Umfange wissenschaftlich studirt worden.

Der Grund hierfür muss jedenfalls in einer anderen Ursache gesucht werden, als in der mangelnden Wichtigkeit des Gegenstandes, denn man braucht blos daran zu denken, dass beispielsweise die Aussichten eines unserer Heilverfahren, nämlich die der Inhalationstherapie, in engen Zusammenhang damit gebracht werden können und dass nichts uns hindert, auf rationellem Wege hier erworbene Resultate auch für den Verdauungstractus in Anwendung zu ziehen.

Der hauptsächliche Grund für die genannte Thatsache muss vielmehr in dem Fehlen geeigneter Methoden gesucht werden. Sehen wir von den älteren, unbrauchbaren Versuchen auf diesem Gebiete ab, so war es zuerst Liborius[1]), der sich mit vorliegender Frage bei Gelegenheit seiner Studien über die anaëroben Bakterien

---

[1]) Zeitschrift für Hygiene I. Band 1886. S. 115—177. Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien.

näher beschäftigte. Da ihm der Abschluss des Luftsauerstoffs durch hohe Schichten des Nährbodens, selbst durch eine bedeckende Lage von Oel oder durch Glimmerblättchen, die nach dem Vorgange von Koch auf die mit den Keimen inficirte und auf der Platte im Erstarren begriffene Gelatine gelegt wurden, nicht in allen Fällen genügte und volle Sicherheit gab, so sah er sich veranlasst, die Verdrängung der atmosphärischen Luft d. h. des Sauerstoffs durch Einleiten einer anderen Gasart in die Culturgefässe zu bewirken. Er benutzte hierfür zunächst den Wasserstoff, in analoger Weise, wie vor ihm E. und H. Buchner[2]) schon die Luft durch „Ueberleiten von Kohlensäure oder Wasserstoff über das Nährsubstrat" auszutreiben sich bemüht hatten.

So finden wir bei ihm Angaben über das Verhalten der Mikroorganismen dem Wasserstoff gegenüber, sowie über das Sauerstoffbedürfniss der Bakterien, die er bekanntlich in obligat anaërobe, obligat aërobe und facultativ anaërobe eintheilt, ferner aber auch werthvolle Versuche zur Vervollkommnung der hier in Frage kommenden Methoden.

Einen weiteren Fortschritt nach dieser Richtung brachte die Arbeit von C. Fraenkel[3]), deren Werth auch ganz besonders auf dem Gebiete der Methodik liegt.

---

[2]) E. Buchner, Zeitschrift für physiologische Chemie 1885. H. Buchner, Archiv für Hygiene. Band III, Heft 3 und 4.

[3]) Zeitschrift für Hygiene, 5. Band 1888, S. 332—362. „Über die Einwirkung der Kohlensäure auf die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen."

Percy F. Frankland's[4]) Versuche, die bereits im Jahre 1886 zur Ausführung gebracht waren, wurden erst 3 Jahre später veröffentlicht.

Frankland brachte die Bakterien, die er prüfen wollte, auf Platten, stellte eine Anzahl der Culturen mit Hilfe von Glasbänkchen etagenartig übereinander und setzte sie in eine grosse Schale, die von einer Glasglocke bedeckt und am Rande durch einen Quecksilberverschluss gegen das Eindringen der Aussenluft gesichert war. Auf das Quecksilber wurde sterilisirtes Wasser gegossen, die Glasglocke sinkt dann durch ihr Eigengewicht bis zu einer gewissen Tiefe in das Quecksilber ein und auf diese Weise wird in der That ein luftdichter Verschluss erreicht. Dann wird ein sterilisirter Kautschukschlauch unter dem Quecksilber in die Kammer eingebracht und endlich durch diesen ein Strom eines beliebigen Gases in die Kammer eingeführt; der Gasüberschuss entweicht an dem Rande der Glasglocke durch das Quecksilber und Wasser.

Ist die Luft aus der Kammer auf diese Weise vollständig ausgetrieben und durch das bestimmte Gas ersetzt, so wird der Kautschukschlauch entfernt und die Kammer bei beliebiger Temperatur (20° C.) aufbewahrt.

Nach dem eigenen Zugeständnisse Frankland's lässt diese Einrichtung noch manches zu wünschen übrig und

---

[4]) Zeitschrift für Hygiene 1889. 6. Band, I. Heft S. 13—23. „Über den Einfluss der Kohlensäure und anderer Gase auf die Entwickelungsfähigkeit der Mikroorganismen."

der Verfasser hat sich derselben auch nur vorläufig bedient.

Frankland untersuchte vermittelst seines Verfahrens folgende Gasarten: Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickoxyd, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure.

So liegen also über einige Gasarten schon mehr oder minder vollkommene Ergebnisse vor; dagegen hatte man noch nicht das Verhalten eines der verbreitetsten, und fast stets und überall zugänglichen Gasgemenge, nämlich des Leuchtgases zum Gegenstande der Untersuchung gemacht. Auf den ersten Blick mag ein derartiges Vorgehen auch als ein recht müssiges und wenig angebrachtes erscheinen; aber abgesehen von allen anderen Gesichtspunkten muss doch namentlich ein rein praktisches, für die bakteriologische Methodik wichtiges Moment hier in Betracht kommen, die Frage nämlich, ob sich das Leuchtgas bei der Cultur anaërober Mikroorganismen vielleicht mit Vortheil würde verwerthen lassen. Wenn das der Fall, so hätte man ein ausserordentlich bequemes und einfaches Mittel an der Hand, welches in Folge dieses Vorzugs dem sonst benutzten Wasserstoff sicher bald den Rang ablaufen und allgemeine Verwendung finden würde.

Dies war die Veranlassung, weshalb Herr Prof. Dr. Carl Fraenkel mir die Aufgabe stellte, einmal die Einwirkung des Leuchtgases auf die Bakterien, aërobe sowohl als anaërobe, näher zu ermitteln.

Ueber die chemische Zusammensetzung des Leuchtgases wird in Wagner's „Chemische Technologie“ fol-

gende Analyse gegeben: „Firle in Breslau untersuchte 1860 Steinkohlengas nach dem Austritt aus dem Röhrencondensor (a), nach dem Austritt aus dem Koakscondensor (b), nach dem Austritt aus der Waschmaschine (c), naeh dem Austritt aus dem mit dem Lahming'schen Mittel beschickten Reiniger (d), endlich nach dem Austritt aus dem Kalkreiniger (e); letzteres ist mithin vollständig gereinigtes Gas.

	a	b	c	d	e
Wasserstoff	37,97	37,97	37,97	37,97	37,97
Sumpfgas	39,78	38,81	38,48	40,29	39,37
Kohlenoxyd	7,21	7,15	7,11	3,93	3,97
Schwere Kohlenwasserstoffe	4,19	4,66	4,46	4,66	4,29
Stickstoff	4,81	4,99	6,89	7,86	9,99
Sauerstoff	0,31	0,47	0,15	0,48	0,61
Kohlensäure	3,72	3,87	3,39	3,33	0,41
Schwefelwasserstoff	1,06	1,47	0,56	0,36	—
Ammoniak	0,95	0,54	—	—	—

Abgesehen vom Sumpfgas, welches einen der Hauptbestandtheile bildet, und dem Stickstoff, über welchen bisher nur geringe Erfahrungen vorliegen, sind die anderen Bestandtheile wie Wasserstoff, Kohlensäure etc. bereits auf ihr Verhalten untersucht.

Was den Wasserstoff betrifft, der in ausgiebiger Menge im Leuchtgas vorhanden ist, so wissen wir nach Liborius, dass er ein völlig indifferentes Gas ist, d. h. den anaëroben Bakterien obligater und facultativer Art

das Wachsthum gestattet, die aëroben daran verhindert, aber nirgendwo eine unmittelbar schädliche Wirkung erkennen lässt.

Die Kohlensäure vermag in kleineren Mengen nicht schädlich einzuwirken. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen von Carl Fraenkel „ist das Verhalten der verscheidenen Bakterienarten in einer reinen CO_2 Atmosphäre keineswegs ein gleichmässiges“. Er fand, dass „eine beschränkte Anzahl von Mikroorganismen im Kohlensäurestrom zu fast ebenso ausgiebiger und schneller Entwickelung zu kommen vermag, wie in der gewöhnlichen Atmosphäre, obwohl eine gewisse Verlangsamung meist auch hier nicht zu verkennen ist, so beim Bacillus des Typhus abdominalis, dem Emmerich'schen und dem Brieger'schen Bacillus, dem Friedländer'schen Pneumococcus, dem Hueppe'schen Bacillus der Milchsäuregährung und der echten Bierhefe“. Ferner dass „viele andere eine mehr oder minder erhebliche Verzögerung und Beschränkung in ihrem Wachsthum zeigen. So der M. prodigiosus, der Bacillus indicus, der Proteus vulgaris, der B. phosphorescens.“ „Noch andere können das Hinderniss, welches durch die CO_2 ihrer Vermehrung entgegengestellt wird, nur bei Unterstützung durch die erhöhte Temperatur überwinden, so der M. tetragenus, der sich bei gewöhnlicher Temperatur in kaum nennenswerthem Maasse entwickelt, die Bakterien der Hühnercholera, Schweineseuche, Kaninchensepticämie, des Schweinerothlaufs und der Mäusesepticämie, der Streptococcus pyogenes und der

des Erysipels, endlich auch der Staphylococcus aureus und albus.“ „Für alle übrigen Mikroorganismen, also für die weitaus grössere Mehrzahl der saprophytischen und von pathogenen Arten namentlich für die Bacillen des Milzbrandes und der Cholera asiatica, ist die CO_2 ein unbedingt entwickelungshemmendes Mittel, welches jede Spur eines Wachsthums unmöglich macht.“

Ammoniak und Sauerstoff sind in so minimaler Menge im Leuchtgas vorhanden, dass man sie von vornherein ausser Betracht lassen kann.

Ueber den Einfluss des Schwefelwasserstoffs und des Kohlenoxyds liegen nur die unvollkommenen Angaben von Percy Frankland vor, die sich auf eine kleine Anzahl von Mikroorganismen beziehen (Bac. pyocyaneus, Choleraspirillum, Finkler's Spirillum).

Aus den Versuchen mit Kohlenoxyd ergab sich, dass in der Kohlenoxydatmosphäre ein Bruchtheil der Cholera-Spirillen-Colonien und ein sehr kleiner Bruchtheil der Finkler'schen zur Entwickelung kommt; das nachherige Wachsthum an der Luft ist ein verhältnissmässig geringes, besonders bei den Choleraspirillen.

„Auf den Platten, die einer Atmosphäre von Stickoxyd, Schwefelwasserstoff oder von schwefliger Säure ausgesetzt waren, entwickelten sich keine Colonien, auch nicht bei nachträglicher Versetzung an die Luft.“

Was das Sumpfgas, sowie die Gruppe der schweren Kohlenwasserstoffe und den Stickstoff anbetrifft, so fehlen zur Zeit jegliche Erfahrungen.

Zur Ausführung meiner Versuche legte ich zunächst frische Reinculturen in Nährbouillon an, welche im Brütschrank bei 37° C. gehalten wurden und unternahm dann einen Vorversuch mit drei verschiedenen Bakterienarten, deren eine obligat anaërob war, nämlich Kitasato's Tetanusbacillus, ferner mit Milzbrandbacillen und Cholerabakterien.

Dann beschickte ich vier weite Reagensröhrchen mit 10 procentiger Nährgelatine, zwei davon impfte ich mit der erhaltenen Reincultur von Tetanusbacillen, eins mit Milzbrandbacillen und eins mit Cholerabakterien, unter Beobachtung aller Sterilisationsmaassnahmen. Alle vier geimpften Probirröhrchen wurden unter Eis gerollt nach dem bekannten Esmarch'schen Verfahren, daneben fertigte ich dann auch Controlculturen von Milzbrandbacillen und Cholerabakterien an. Um die geimpften und gerollten Reagirröhrchen zur Durchleitung des Gases tauglich zu machen, benutzte ich nach der von Carl Fraenkel gegebenen Vorschrift doppelt durchbohrte Gummistöpsel, durch welche ich zwei Glasröhren führte, eine lange, bis zum Boden des Probirröhrchens reichende und eine ganz kurze, nur wenige Centimeter unter den Gummistöpsel ins Reagirröhrchen hineinragende. Alle beide wurden dann über der Flamme entsprechend gebogen, so dass sie eine rechtwinklige Krümmung erhielten. Die doppelt durchbohrten Gummistöpsel wurden, nachdem sie mit den beiden Röhren armirt waren, von vornherein im Koch'schen Dampfkochtopf durch $^3/_4$ Stunden langes Kochen sterilisirt.

(Für gewöhnlich pflegt man die Sterilisation in der Weise vorzunehmen, dass man die Gummistöpsel eine Stunde lang in eine 1 ‰ Sublimatlösung und dann wieder ½ Stunde lang in den Dampfkochtopf legt und die Röhren für sich im Trockenschrank sterilisirt, um sie erst dann mit in Sublimat gereinigten Händen in die Löcher der Pfropfen einzuführen. Die Sterilisation der mit den Röhren bereits armirten Gummistöpsel vermittelst einer ¾ stündigen Abkochung zeichnet sich vor dem anderen Verfahren eben durch ihre grosse Einfachheit wesentlich aus und hat sich bei allen meinen Versuchen bewährt.

Es wurde dann schnell der Watteverschluss entfernt und statt dessen der Kautschukpfropfen eingesteckt und mittelst Paraff. solid. II der Pharmac. germanica, welches durch Erwärmen flüssig gemacht und in ziemlich dicker Schicht aufgetragen wurde, ein luftdichter Verschluss hergestellt. Auf diese Weise sichert man sich am besten gegen kleine äussere Zufälligkeiten. Nachdem nun auch dieser Akt an allen vier weiten Probirröhrchen vollzogen war, wurde das eine mit Tetanusbacillen geimpfte an einem in Thätigkeit gesetzten Wasserstoffapparat befestigt, um als Controlcultur für diesen Mikroorganismus zu dienen.

Die anderen drei Röhrchen wurden durch entsprechend weite Gummischläuche zunächst mit einem beliebig gewählten Gashahn des Laboratoriums und ebenso auch unter sich in Verbindung gesetzt und zur grösseren Bequemlichkeit in mit Watte versehene Trinkgläser hinein-

gestellt. Das aus dem letzten der Reagirröhrchen ausströmende Gas gelangte schliesslich wiederum zu einem Gasbrenner, dessen Flamme somit den einfachsten Massstab für die Quantität des durchströmenden Leuchtgases abgab. Der ununterbrochene Leuchtgasstrom wurde etwa $^1/_2$—1 Stunde lang durchgeleitet, so dass man annehmen konnte, dass alle Luft vertrieben und durch Leuchtgas ersetzt worden sei. Nachdem dies geschehen, schmolz ich die Röhren der Reagirröhrchen der Reihe nach, mit dem der Flamme zunächst liegenden anfangend, zu. Ich that dies mit Hülfe eines Gasbrenners, den ich unter die Röhre hielt, indem ich mit einer Pincette in jeder Hand bei der Glühhitze des Gasbrenners die schmelzende Röhre auseinanderzog.

Es ist selbstverständlich, dass bei einer solchen Durchströmung der Probirgläschenkette das erste Probirröhrchen so gestellt werden muss, dass die lange bis zum Boden des Gläschens reichende Röhre mit der Gasleitung in Verbindung stand, und jedes nächste Gläschen wiederum mit dem Vorigen durch die lange Röhre communicirte, so dass aus dem letzten Probirröhrchen das Gas durch die kurze Röhre ausströmen muss, um dann die brennende Flamme zu speisen.

Am besten wählt man Röhren von mittlerem Kaliber. Die engen lassen sich nicht gut in den Gummistöpseln befestigen und nicht genügend gasdicht halten. Bei den weiten Röhren gelang mir bei dem Versuche, sie zuzuschmelzen, das Auseinanderziehen nur sehr schwer, und es passirte mir häufig das Missgeschick, dass sie nach einer

kleinen Explosion eine Oeffnung bekamen und so meine Mühe vereitelten. Dasselbe geschieht auch bei den engen Röhren, wenn man den richtigen Zeitpunkt zum Auseinanderziehen vernachlässigt. Auch muss man sich hüten, die Röhre bis in die Gelatine zu bohren, wodurch natürlich ein Durchströmen des Gases unmöglich wird. Dasselbe ist der Fall, wenn in den Wasserkölbchen, wie sie später angewandt wurden, sich zu viel Wasser befindet, weil dann das Leuchtgas den gebotenen Widerstand nicht überwinden kann; ferner dürfen selbstverständlich die Schläuche nicht gedreht oder durchlässig sein.

Nach Verlauf von etwa 10 Tagen, während welcher Zeit sämmtliche Culturen bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurden, waren sowohl die mit Wasserstoff vorgenommene Controlcultur des Anaëroben wie auch die anderen Controlröhrchen der Aëroben zu vollster Entwickelung gelangt, dagegen zeigten die Leuchtgasculturen keine Spur von Wachsthum. Doch war die Consistenz der Nährgelatine erheblich verändert. Dieselbe war spröde geworden und sah viel klarer aus wie vorher, ein Process, der entschieden einer wasserentziehenden Wirkung des Leuchtgases zugeschrieben werden muss. Da das Ausbleiben des Wachsthums ebenso gut von einer entwickelungshemmenden wie von einer keimtödtenden Wirkung des Leuchtgases herrühren konnte, wurden jetzt die Gummistöpsel aus den Röhrchen entfernt und dieselben mit sterilisirter Watte verschlossen. Aber auch in diesem Zustande blieben die Röhrchen während meh-

rerer Tage bei passender Temperatur ohne jegliche Spur von Wachsthum. Somit war die keimtödtende Wirkung des Leuchtgases auf die genannten Bacterienarten erwiesen. Der Uebelstand der wasserentziehenden Eigenschaft des Leuchtgases wurde später, als ich eine grössere Anzahl Bakterienarten zum Versuche heranzog, dadurch vermieden, dass, bevor das Leuchtgas in die Probirröhrchenreihe eintrat, ein mit einer mässigen Wasserschicht beschicktes Erlenmeyer'sches Kölbchen eingeschoben wurde, welches ebenfalls mit einem luftdicht schliessenden, doppelt durchbohrten Gummistöpsel und den entsprechenden Glasröhren versehen war. Auch hier wurde in die erste Glasröhre etwas sterilisirte Watte eingesteckt, um als Bakterienfilter zu dienen.

Aus dem oben angeführten Vorversuch ist ersichtlich, dass das Leuchtgas weder das Wachsthum der Anaërobien befördert, noch zur Culturconservirung geeignet ist. Ich entschloss mich jedoch meine Versuche auf eine grössere Anzahl von Bakterienarten auszudehnen, um zu erfahren, wie weit sich die keimtödtende Wirkung des so viel verwendeten Gases erstreckt. Die Ergebnisse dieser ausführlichen Versuche sind anbei tabellarisch wiedergegeben.

Tabelle A.

I. Versuch.

Geimpft 15. Mai 1889.	Nachgesehen 27. Mai 1889.
1. Bac. Megatherium	nicht gewachsen
2. B. subtilis	„ „
3. B. Emmerich	„ „
4. Proteus vulgaris	reichl. Wachsthum Gelatine verflüssigt.

Bei den nicht gewachsenen Mikroorganismen ist der Gummistöpsel nach 12 Tagen entfernt und statt dessen ein Watteverschluss angebracht worden, ohne dass dadurch ein nachträgliches Wachsthum herbeigeführt worden wäre.

II. Versuch.

Geimpft 29. Mai.	Nachgesehen 10. Juni.
5. Tetragenus	nicht gewachsen
6. Staphyloc. albus	„ „
7. Schweinerothlauf	„ „
8. Kaninchensepticämie	„ „
9. Finkler-Prior	„ „

Nach 12 Tagen Gummistöpsel entfernt und Watteverschluss angebracht, ohne dass nachträgliches Wachsthum eintrat.

III. Versuch.

Geimpft 12. Juni.	Nachgesehen 25. Juni.
10. Prodigiosus	nicht gewachsen
11. Pyocyaneus	„ „
12. Typhus abdominalis	„ „
13. Bac. Zopfii	„ „
14. Indicus	„ „

Nach 12 Tagen Gummipfropfen ausgezogen und statt dessen Watteverschluss angebracht, ohne nachträgl. Wachsthum constatiren zu können.

IV. Versuch.

Geimpft 15. Juni.	Nachgesehen 26. Juni.
15. Violaceus	nicht gewachsen
16. Blaue Milch	„ „
17. Wurzelbacillus	„ „

Auch hier kein nachträgliches Wachsthum.

V. Versuch.

Geimpft 27. Juni.	Nachgesehen 10. Juli.
18. Weisse Hefe	nicht gewachsen
19. Orange Sarcine	„ „
20. Gelbe Sarcine	„ „
21. Schwarze Hefe	„ „

Ebenfalls kein nachträgliches Wachsthum.

VI. Versuch.

Geimpft 5. Juli.	Nachgesehen 16. Juli.
22. Staphyl. pyog. aureus	nicht gewachsen
23. Friedländer's Pneumoc.	„ „
24. Bac. acid. lact.	„ „

Ohne nachträgliches Wachsthum.

VII. Versuch.

Geimpft 12. Juli	Nachgesehen 23. Juli.
25. Fluorescens	nicht gewachsen
26. Hühnercholera	„ „
27. Milzbrand	„ „
27. Rother B. aus Wasser	„ „

Kein nachträgliches Wachsthum beobachtet.

VIII. Versuch.

Geimpft 15. Juli.	Nachgesehen 27. Juli.
29. Proteus vulgaris (repetendo)	üppiges Wachsthum Gelatine verflüssigt.
30. Tetanus-Bac. (repetendo in Bouillon)	nicht gewachsen
31. Cholera asiatica-Bakt.	„ „

Aus obiger Tabelle geht hervor, dass von den etwa 30 vorgenommenen Mikroorganismen nur ein einziger Mikroorganismus, der Proteus vulgaris, im Leuchtgas zu ebenso reichlichem Wachsthum wie in der Aussenluft gelangt, während alle anderen nicht nur unentwickelt blieben, sondern auch nach der Entfernung aus dem Leuchtgas nicht zu gedeihen vermochten, so dass man die Wirkung des Leuchtgases nicht nur eine entwickelungshemmende, sondern eine direkt keimtödtende nennen muss.

Aus der Tabelle A. ergeben sich jetzt zwei Fragen. Erstens: „Welchem seiner Bestandtheile verdankt das Leuchtgas seine keimtödtende Wirkung"? Und zweitens: „Welches ist die Ursache für das Gedeihen des Proteus vulgaris im Leuchtgas"?

Beide Fragen lassen sich nur unvollkommen beantworten, da die vorliegenden Erfahrungen nicht ausreichend sind.

Hinsichtlich der ersten Frage wären drei Möglichkeiten denkbar: a) dass ein einziges Gas von denen, die im Leuchtgas sich finden, den Tod aller unserer Mikroorganismen verursacht hätte; b) dass verschiedene Gase verschiedene Bakterien tödten können — in diesem Falle würden also mehrere Einzelwirkungen durch ihre Summation das Endresultat unserer Tabelle ergeben — und c) dass mehrere Gase den gleichen keimtödtenden Einfluss besitzen können.

Aus den uns vorliegenden Angaben lässt sich darüber nichts entscheiden. Nach den Resultaten von Liborius giebt es obligate Anaërobien, facultative Anaërobien

und obligate Aërobien. Diese letzteren bedürfen unter allen Umständen reichliche Sauerstoffzufuhr; wird diese erheblich beschränkt, wie es bei der Zuführung von Leuchtgas der Fall ist, so sistiren sämmtliche Lebensäusserungen.

Nach den im Anfang angeführten Ergebnissen von Carl Fraenkel vermag die Kohlensäure einige Bakterien zu tödten, andere in ihrer Entwickelung zu hemmen.

Das Wasserstoffgas tödtet die Bakterien nicht, sondern vermag, wie erwähnt, nur die Aërobien in ihrer Entwickelung zu hemmen, während obligate und facultative Anaërobien in ihm gedeihen.

Das Kohlenoxyd besitzt nach den Untersuchungen von P. Frankland keine ausgesprochene keimtödtende Wirkung, denn in reiner Kohlenoxydatmosphäre kommt ein Bruchtheil der Colonien der Cholera-Spirillen und ein sehr kleiner Bruchtheil der Finkler'schen Spirillen zur Entwickelung.

Dagegen vermochte der Schwefelwasserstoff schnell alle drei Bakterienarten, die P. Frankland untersuchte, zu tödten, so dass sich auch bei nachträglicher Luftzufuhr die Colonien nicht entwickeln konnten. Ob nun der im Leuchtgas enthaltene Schwefelwasserstoff ausser den von P. Frankland untersuchten, auch alle anderen Bakterien zu tödten vermag, oder ob die in demselben befindliche Quantität von ca. 1 % zu einer solchen Aufgabe nicht hinreichend ist, muss dahin gestellt bleiben.

Welche Eigenschaften nun die übrig bleibenden Körper, d. i. die Gruppe der schweren Kohlenwasser-

stoffe, das Ammoniak, der Stickstoff und vor allen Dingen das Sumpfgas, welches in einer Menge von 37—38 % im Leuchtgas enthalten ist, besitzen, und in wie weit sie Mikroorganismen zu zerstören im Stande sind, das muss zur Zeit noch eine offene Frage bleiben, zu deren Lösung speciellere Untersuchungen nothwendig sind.

Mich interessirte an der keimtödtenden Wirkung des Leuchtgases zumeist die medicinisch wichtige Seite der Frage d. i. die Einwirkung desselben auf die pathogenen Mikroorganismen. Um mir hierin einen besseren Einblick zu verschaffen, war es nöthig, den Leuchtgasstrom unmittelbar auf in vollem Entwickelungszustande sich befindende Reinculturen einwirken zu lassen.

Dazu wurden drei Repräsentanten der pathogenen Arten gewählt, Milzbrandbacillen, Choleraspirillen und Staphyl. pyogen. aureus.

Sechs Erlenmeyer'sche Kölbchen wurden unter Beobachtung aller Sterilisationsmassregeln mit einer mässigen Bouillonschicht versehen, zu je zweien mit derselben Bakterienart geimpft und sämmtlich 24 Stunden lang im Brütschrank bei 37 ° gehalten. Drei davon wurden als Controllkölbchen mit ihren Watteverschlüssen zurückbehalten, die übrigen drei wurden nach dem Beispiel der obigen Versuche mit doppelt durchbohrten, mit Röhren armirten Kautschukpfröpfen luftdicht verschlossen. Dann wurde während einer Reihe von Tagen täglich $^1/_2$ Stunde lang Leuchtgas durchgeleitet, kurz vorher wurde jedesmal sowohl von den Controllkölbchen

wie von den Leuchtgaskölbchen, nachdem dieselben gut umgeschüttelt waren, mit einer sterilen Impfnadel eine Quantität herausgenommen, in ein gewöhnliches Gelatineröhrchen übertragen und davon Platten gegossen, welche dann einen entsprechenden Vermerk erhielten.

Die Resultate der fünf Tage lang fortgeführten Versuche werden in der Tabelle B. dargestellt. Aus derselben geht hervor, dass das Leuchtgas dieselbe Wirkung zeigte, wie sie auf Grund der Tabelle A. gefolgert wurde. Freilich scheint der Milzbrand resistenter, wie der Staphyl. pyog. aureus zu sein, doch war auch vom Milzbrand am vierten Tage kein Rest mehr nachzuweisen. Die Choleracultur war mir leider von Anfang an misslungen. (Tabelle B. S. 23.)

Die rasche und energische keimtödtende Einwirkung des Leuchtgases, die sich aus diesen Versuchen ergab, schien geeignet, die Bedenken zu zerstreuen, welche das vortreffliche Gedeihen des Proteus vulgaris in reiner Leuchtgasatmosphäre für die fäulnisswidrige Fähigkeit des Leuchtgases hervorrufen musste. Nichtsdestoweniger wollte ich ein entsprechendes Experiment in meinen Untersuchungskreis aufnehmen, um genaueren Aufschluss hierüber zu erhalten.

Zu diesem Zweck wurden mehrere Tage vor dem Versuch 3 Erlenmeyer'sche Kölbchen mit einer mässigen Menge von Blutserum versehen und diese mit drei verschiedenen Fäulnissmaterien: faulendem Blute, faulendem Canalwasser frisch gedüngter Gartenerde geimpft. Im Beginn des Versuchs, wo die eingetretene Fäulniss bereits

Tabelle B.

	Probetag 20. Juli	21. Juli	22. Juli	23. Juli	24. Juli 1889
Milzbrand I. Controllkölbchen . . .	unzählig	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt
Milchbrand II. Leuchtgaskölbchen . .	verflüssigt	unzählig	zahlr. Colonien	nicht gewachsen	nicht gewachsen
Cholera asiatica I. Controllkölbchen . . .	verflüssigt	27 (?)	nicht gewachsen	nicht gewachsen	nicht gewachsen
Cholera asiatica II. Leuchtgaskölbchen . .	verflüssigt	nicht gew.	nicht gewachsen	nicht gewachsen	nicht gewachsen
Staphyl. pyog. aureus I. Controllkölbchen . . .	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt
Staphyl. pyog. aureus II. Leuchtgaskölbchen . .	verflüssigt	nicht gew.	nicht gewachsen	nicht gewachsen	nicht gewachsen

deutlich wahrzunehmen war, wurden alle drei Kölbchen mit doppelt durchbohrten und mit Röhren armirten Gummipfröpfen versorgt und täglich je $^1/_2$ Stunde lang ein Leuchtgasstrom durchgeleitet. Es wurde von allen drei gut umgeschüttelten Kölbchen alle Tage mit der sterilisirten Nadel eine Quantität herausgenommen, in Gelatineröhrchen übertragen und darauf auf dem Wege des Plattenverfahrens der Erfolg der Einwirkung des Gases festgestellt. Auch hier wurde nicht versäumt, die Kölbchen nach jedesmaliger vorübergehender Entfernung der Stöpsel mit Hilfe von Paraffin wieder sorgfältig luftdicht zu verschliessen, um das Eindringen von Keimen aus der umgebenden Luft zu verhüten.

Aus diesem Versuche, der 2 Wochen lang fortgesetzt wurde, konnte ich keinen merklichen Einfluss des Leuchtgases auf das Wachsthum der Keime constatiren. Da sie mir die ersten 5 Tage täglich dasselbe Bild ohne wahrnehmbare Veränderung boten, liess ich eine Woche vergehen und fing dann wieder zu untersuchen an, doch die Resultate waren auch jetzt noch die gleichen.

Die Platten waren am ersten Tag so dicht besäet, dass man jede Zählung aufgeben musste. Am zweiten Tag waren dieselben Platten schon verflüssigt.

Das Nähere hinsichtlich der Ergebnisse dieser Versuche ergiebt sich aus den Tabellen C. und D.

Tabelle C.

	24. Juli	25. Juli	26. Juli	27. Juli	28. Juli
Faulendes Blut	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt
Faulende Gartenerde . .	„	„	„	„	„
Faulendes Canalwasser .	„	„	„	„	„

Eine Woche lang Leuchtgas durchgeleitet.

Tabelle D.

	5. Aug.	6. Aug.	7. Aug.	8. Aug.	9. Aug.
Faulendes Blut	unzählig	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt	verflüssigt
Faulende Gartenerde . .	verflüssigt	„	„	„	„
Faulendes Canalwasser .	„	„	„	„	„

Im Gegensatze zu dem eben angegebenen „antiseptischen“ Versuch gelangte ich zu weitaus günstigeren Resultaten bei einer anderen Art von Versuch, welcher die von Samter (Inauguraldiss. Berlin 1887), sogenannte „kolyseptische“ Wirkung feststellen sollte. Bei der Kolysepsis handelt es sich nicht darum, die im vollen Gang befindliche Fäulniss zu bekämpfen, sondern die

gerade beginnende an ihrer weiteren Entwickelung zu verhindern. Leider fehlte es mir an der nöthigen Zeit, den Versuch zu wiederholen, um die Sache zum Abschluss zu bringen.

Hinsichtlich der äusseren Einrichtung des „kolyseptischen“ Versuchs verfuhr ich in analoger Weise, wie beim antiseptischen, mit dem wesentlichen Unterschied, dass hier die mit Nährbouillon gefüllten Kölbchen, welche mit Beobachtung aller Sterilisationsmassregeln vorbereitet waren, erst kurz vor dem Beginn des Durchleitens des Leuchtgasstromes mit der entsprechenden Art faulender Materie (Gartenerde, Blut und Canalwasser) geimpft wurden.

Ebenso wie bei dem antiseptischen Versuch wurde hier der Leuchtgasstrom täglich $^1/_2$ Stunde lang durchgeleitet, nachdem kurz vor jedem Versuch mit einer sterilisirten Impfnadel von dem gut umgeschüttelten Kölbchen eine Spitze voll entnommen war, um Gelatineprobirröhrchen zu impfen und davon Platten zu giessen.

Die Ergebnisse dieser Versuche stellt die Tabelle E. dar.

Tabelle E.

	4. Aug.	5. Aug.	6. Aug.	7. Aug.	8. Aug.	9. Aug.
Faulende Gartenerde . . .	33	89	unzähl. kl. Colonien	nicht gewachsen	unzähl. kl. Col.	unzähl. kl. Col.
Faulendes Canalwasser . .	67	18	unzähl. kl. Colonien	unzähl. kl. Colonien	„	„
Faulendes Blut	167	8 und unzählig kl. Colonien	Schimmelpilze	unzähl. kl. Colonien	„	„

Am ersten Tag der Untersuchung fand ich einige grössere Colonien, deren Zahl in der Tabelle notirt ist. Am zweiten Tage erschienen neben den grösseren Colonien in dem faulenden Blute zahlreiche verschwindend kleine Colonien, die das Aussehen von feinem Staub besassen und sich bei der mikroskopischen Untersuchung mit starker Vergrösserung ihrer Zusammensetzung nach in der That als aus Bakterien bestehend ergaben. Am dritten Tag blieben in der Platte, welche Bestandtheile des faulenden Blutes enthielt, neue Colonien aus; dagegen wurde ihr Vorhandensein sowohl in der von der faulenden Gartenerde wie in der von dem faulenden Canalwasser herstammenden Platte nachgewiesen. Am vierten Tage fanden sie sich ebenfalls in den beiden letzteren Platten. In den folgenden zwei Tagen stellten sie sich in allen drei Platten constant ein. Leider musste ich nun diesen Versuch unterbrechen, ohne den zur Entwickelung gelangten Mikroorganismus auf seine Lebensbedingungen und seine Pathogenität und hauptsächlich auf sein Verhalten zum Leuchtgas hin erforscht zu haben. Er wurde nur von der Platte in Gelatineröhrchen überimpft, wo sein Wachsthum ohne Weiteres zu constatiren war.

Fasse ich noch einmal die Ergebnisse meiner Versuche zusammen, so ergab sich:

Erstens, dass das Leuchtgas zu der Anaërobiencultur ungeeignet ist.

Zweitens, dass die geprüften Mikroorganismen, namentlich auch der Staphyl. pyog. aureus und

die Milzbrandbacillen, mit Ausnahme des Proteus vulgaris sämmtlich durch den Leuchtgasstrom getödtet werden.

Drittens, dass das Leuchtgas trotz seiner starken keimtödtenden Wirkung nicht im geringsten der in voller Entwickelung befindlichen Fäulniss entgegenzuwirken vermag.

Viertens, dass das Leuchtgas im Stande ist, der in ihren Anfängen befindlichen Fäulniss entgegenzutreten.

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Professor Carl Fraenkel, auf dessen Veranlassung ich die Arbeit unternommen habe, für seine mannigfache liebenswürdige Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Thesen.

I.

Die von Koch angegebene Desinfection vermittelst des Wasserdampfes sollte allgemeinere Verbreitung finden.

II.

Die organischen Quecksilberverbindungen verdienen bei der Behandlung der Lues mehr gewürdigt zu werden.

III.

Das Jodoform ist bei der Wundbehandlung nicht überflüssig.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Photios M. Kladakis, griechisch-orthodoxer Confession, geboren am 18. Februar 1865 auf der Insel Symi im Ägäischen Archipel als Sohn des verstorbenen Kaufmanns Michael Kladakis, erhielt seine wissenschaftliche Vorbildung in Athen auf dem Lyceum Barbakion, welches er Sommer 1882 mit dem Zeugniss der Reife verliess, um sich dem medicinischen Studium zuzuwenden. Er besuchte die Universitäten Göttingen 7 Semester — Strassburg i. E. 2 Semester — Berlin, wo er bis jetzt immatrikulirt ist, 3 Semester lang.

Das Tentamen medicum bestand er am 19. Februar und das Examen rigorosum am 28. Februar 1890.

Während seiner Studienzeit hörte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren:

In Göttingen: Bürkner, Damsch, Droysen, Ebstein, Ehlers, Flügge, Henle (†), Hübner (†), König, Leber, Marmé, Meissner, Merkel, Victor Meyer, Müller, Orth, Reinke, Riecke, Rosenbach, Runge, Schiefferdecker, Schwartz, Wolffhügel.

In Strassburg i. E.: Fischer, Freund, Hoppe-Seyler, Kussmaul, Lücke, Paul Meyer (†), v. Mering, v. Recklinghausen, Schmiedeberg.

In Berlin: E. von Esmarch, Ewald, Carl Fraenkel, Guttstadt, Hertwig, G. Lewin, Liebreich, Mendel, A. Preyer, Virchow, Waldeyer.

Allen diesen Herren, seinen verehrten Lehrern, spricht der Verfasser seinen aufrichtigsten Dank aus.

11133